



⑩ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 100 20 126 A 1

⑩ Int. Cl. 7:  
H 01 M 8/02

DE 100 20 126 A 1

⑪ Aktenzeichen: 100 20 126.1  
⑪ Anmeldetag: 14. 4. 2000  
⑪ Offenlegungstag: 25. 10. 2001

⑦ Anmelder:

Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE

⑦ Vertreter:

P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

⑦ Erfinder:

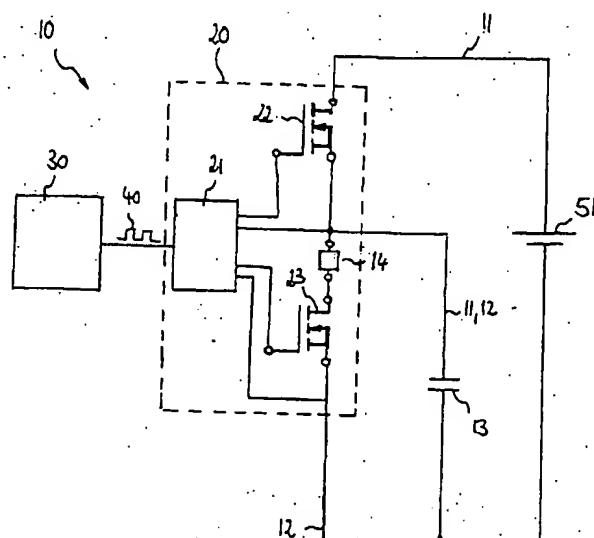
Klos, Holger, Dr., 81541 München, DE; Kah, Michael, Dr.-Ing., 85521 Riemerling, DE; Goldner, Robert, Dipl.-Ing., 82194 Gröbenzell, DE; Göschl, Thomas, Dipl.-Ing., 85540 Haar, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Schaltungsanordnung zum Erzeugen von Spannungspulsen und zum Aufprägen der Spannungspulse auf eine Brennstoffzelle sowie Brennstoffzellensystem

⑤ Es wird eine Schaltungsanordnung (10) zum Erzeugen von Spannungspulsen (40) und zum Aufprägen der Spannungspulse (40) auf eine Brennstoffzelle (51) beschrieben, wobei die Spannungspulse (40) in einem Pulsgenerator (30) erzeugt werden. Der Pulsgenerator (30) ist über eine aus einem Treiberelement (21) und zwei Transistoren (22, 23) bestehende Schalteranordnung (20) mit einem Lade-/Entladekreis (11, 12) verbunden, in dem wenigstens eine Brennstoffzelle (51) und wenigstens eine Kapazität (13) vorgesehen ist. Je nach Einstellung der Schalteranordnung (20) kann der Lade-/Entladekreis (11, 12) in Bezug auf die Kapazität (13) als reiner Ladekreis (11) oder reiner Entladekreis (12) fungieren. Wenn der Lade-/Entladekreis (11, 12) als Ladekreis (11) fungiert, werden die Spannungspulse (40) auf die Brennstoffzelle (51) aufgeprägt, wodurch sich das Brennstoffzellenpotenzial, beispielsweise das Anodenpotenzial, ändert und schädliche Konzentrationen an Kohlenmonoxid in der Brennstoffzelle (51) oxidiert werden können. Die dabei frei werdenden elektrischen Ladungen können in der Kapazität (13) zwischengespeichert werden. Bei entsprechender Umschaltung der Schalteranordnung (20) kann die Kapazität (13) entladen und die Energie für eine Last (14) genutzt werden. Über den Pulsgenerator (30) können weiterhin die Pulsdauer und der Pulsabstand der Spannungspulse (40) variiert werden.



DE 100 20 126 A 1

BEST AVAILABIE COPY

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft generell eine Schaltungsanordnung zum Erzeugen von Spannungspulsen und zum Aufprägen der Spannungspulse auf eine Brennstoffzelle, ein Brennstoffzellensystem sowie eine vorteilhafte Verwendung der Schaltungsanordnung.

[0002] Brennstoffzellen sind bereits seit langem bekannt und haben insbesondere im Bereich der Automobilindustrie in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen.

[0003] In einer Brennstoffzelle, beispielsweise einer PEM-Brennstoffzelle, wird durch eine chemische Reaktion Strom erzeugt. Dabei wird ein Brennstoff wie beispielsweise Wasserstoff und ein Oxidationsmittel wie beispielsweise Sauerstoff in elektrische Energie und ein Reaktionsprodukt wie beispielsweise Wasser umgewandelt. Eine Brennstoffzelle besteht im wesentlichen aus einem Anoden- teil, einer Membran und einem Kathodenteil. Die Membran besteht aus einem gasdichten und protonenleitenden Material und ist zwischen der Anode und der Kathode angeordnet, um Ionen auszutauschen. Auf der Seite der Anode wird der Brennstoff zugeführt, während auf der Seite der Kathode das Oxidationsmittel zugeführt wird. An der Anode werden durch katalytische Reaktionen Protonen, d. h. Wasserstoffionen erzeugt, die sich durch die Membran zur Kathode bewegen. An der Kathode reagieren die Wasserstoffionen mit dem Sauerstoff, und es bildet sich Wasser. Die bei der Reaktion abgegebenen Elektronen lassen sich als elektrischer Strom durch einen Verbraucher leiten, beispielsweise den Elektromotor eines Automobils.

[0004] Will man die Brennstoffzelle mit einem leicht verfügbaren oder zu speichernden Brennstoff wie Erdgas, Methanol, Benzin oder dergleichen betreiben, muss man diese Kohlenwasserstoffe in einer Anordnung zum Erzeugen/Aufbereiten eines Brennstoffs zunächst in ein wasserstofffreies Gas umwandeln. Dabei entsteht im wesentlichen Wasserstoff, Kohlendioxid und auch in gewissem Umfang Kohlenmonoxid (CO), das ein für die Brennstoffzelle schädliches Gas darstellt und deshalb vor Eintritt des Brennstoffs in die Brennstoffzelle möglichst weitgehend entfernt werden sollte.

[0005] In der Brennstoffzelle kann das Kohlenmonoxid ab einer bestimmten Konzentration dazu führen, dass sich die von der Brennstoffzelle abgegebene Leistung verringert und folglich der Wirkungsgrad der Brennstoffzelle stark reduziert wird.

[0006] Um eine solch schädliche Einflussnahme von Kohlenmonoxid (CO) auf die Brennstoffzelle verhindern zu können, ist in der DE 197 10 819 C1, deren Offenbarung gehalt in die vorliegende Anmeldung einbezogen wird, eine Brennstoffzelle beschrieben worden, bei der Leistungseinbussen auf Grund von am Anodenkatalysator absorbierten Verunreinigungen vermieden werden sollen. Dies wird dadurch erreicht, dass die Brennstoffzelle mit Mitteln verbunden ist, die der Anode der Brennstoffzelle einen positiven Spannungspuls aufprägen. Durch die Aufprägung des Spannungspulses wird eine pulsförmige Änderung des Anodenpotenzials bewirkt, die dazu führt, dass das in der Brennstoffzelle befindliche Kohlenmonoxid oxidiert wird. Die Spannungspulse können auf die Brennstoffzelle aufgeprägt werden, indem eine externe Gleichspannungsquelle über einen Schalter zeitweilig mit der Brennstoffzelle verbunden wird.

[0007] In der DE 197 10 819 C1 ist zwar bereits in allgemeiner Weise beschrieben worden ist, dass die Oxidation von Kohlenmonoxid vorteilhaft über das Aufprägen von Spannungspulsen auf die Brennstoffzelle erfolgen kann. Das in dieser Druckschrift beschriebene Beispiel einer dazu

vorgesehenen Schaltungsanordnung weist aber noch eine Reihe von Nachteilen auf. So kann beispielsweise die elektrische Energie, die für die Aufprägung des Spannungspulses auf die Brennstoffzelle aufgewandt wird, nicht weiter 5 verwertet werden, geht also verloren. Auch ist zur Bereitstellung der elektrischen Energie für die Spannungspulsgenerierung immer eine separate, externe Spannungsquelle erforderlich. Schließlich ist es mit der bekannten Schaltungsanordnung nicht möglich, die auf die Brennstoffzelle aufgeprägten Spannungspulse in ihrer Größe und Form steuern oder regeln zu können, um diese an verschiedene Betriebszustände und Betriebssituationen anpassen zu können.

[0008] Ausgehend vom dem in der DE 197 10 819 beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine verbesserte Schaltungsanordnung sowie ein verbessertes Brennstoffzellensystem bereitzustellen, mit dem insbesondere die vorstehend beschriebenen Nachteile vermieden werden können.

[0009] Diese Aufgabe wird gemäß dem ersten Aspekt der 20 Erfindung gelöst durch eine Schaltungsanordnung zum Erzeugen von Spannungspulsen und zum Aufprägen der Spannungspulse auf eine Brennstoffzelle, mit einem Pulsgenerator zum Erzeugen der Spannungspulse, einem mit dem Pulsgenerator verbundenen Lade-/Entladekreis, in dem wenigstens eine Brennstoffzelle und wenigstens eine Kapazität vorgesehen ist, und mit einer Schalteranordnung zum Schalten des Lade-/Entladekreises in Bezug auf die Kapazität in 25 einen Ladekreis oder einen Entladekreis.

[0010] Durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung wird es zum einen möglich, Spannungspulse auf eine Brennstoffzelle aufprägen zu können, wodurch die weiter oben beschriebenen Vorteile im Hinblick auf die Oxidation von schädlichen Stoffen wie beispielsweise Kohlenmonoxid erreicht werden können. Die Spannungspulse werden dabei 30 vorteilhaft der Anode der Brennstoffzelle aufgeprägt.

[0011] Durch diese Aufprägung wird eine pulsförmige Änderung des Anodenpotenzials bewirkt.

[0012] Durch den in der Schaltungsanordnung vorgesehenen Pulsgenerator wird es ermöglicht, die Spannungspulse 40 regeln beziehungsweise steuern zu können, so dass je nach Betriebssituation und Betriebszustand Spannungspulse mit unterschiedlicher Größe und Form erzeugt und auf die Brennstoffzelle aufgeprägt werden können.

[0013] Schließlich wird es durch die Verwendung einer 45 Kapazität im Lade-/Entladekreis möglich, elektrische Energie zu speichern. Wenn der Brennstoffzelle, insbesondere der Anode, Spannungspulse aufgeprägt werden, erhöht sich deren Anodenpotenzial. Gleichzeitig wird die Klemmenspannung der Brennstoffzelle verringert, da Strom aus der 50 Brennstoffzelle abgezogen wird. Diese elektrischen Ladungen können von der Kapazität gespeichert werden. Über die Spannungspulse wird die Brennstoffzelle so lange polarisiert, bis das Potenzial zur Oxidation der schädlichen Stoffe, beispielsweise von Kohlenmonoxid, erreicht ist. Befindet sich Kohlenmonoxid innerhalb des Anodenraums der Brennstoffzelle, kann dieses oxidiert werden, was zu einer 55 Entgiftung der Brennstoffzelle führt.

[0014] Um die Kapazität laden zu können, wird der Lade-/Entladekreis über die Schalteranordnung während der 60 Spannungspulsaufprägung derart geschaltet, dass er in Bezug auf die Kapazität einen Ladekreis bildet. Durch die Verwendung wenigstens eines Kondensators wird erreicht, dass die bei der Aufprägung von Spannungspulsen auf die Brennstoffzelle frei werdenden elektrischen Ladungen nicht 65 verloren gehen, sondern weiter genutzt werden können. Um diese Ladungen nutzen zu können, was einer Entladung der Kapazität entspricht, wird die Schalteranordnung nach der Spannungspulsaufprägung derart geschaltet, dass der Lade-

/Entladekreis als Entladekreis fungiert.

[0015] Bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0016] Vorteilhaft kann in dem Entladekreis eine Last vorgesehen sein. An diese Last kann die in der Kapazität gespeicherte Energie abgegeben werden. Dabei ist die Erfindung nicht auf bestimmte Ausgestaltungsformen der Last beschränkt.

[0017] So ist es beispielsweise denkbar, dass die Last als Lastwiderstand und/oder sonstiger nutzbarer elektrischer Verbraucher ausgebildet ist. Wenn die Last als Lastwiderstand ausgebildet ist, wird die Kapazität bei Aufprägung von Spannungspulsen auf die Brennstoffzelle geladen und anschließend über den Lastwiderstand wieder entladen. Die übertragene elektrische Ladung wird dabei im Lastwiderstand in Wärme umgesetzt. Es ist jedoch auch möglich, die in der Kapazität gespeicherte Energie sinnvoll zu nutzen. Hierbei kann an die Stelle des Lastwiderstands ein nützlicher Verbraucher wie beispielsweise eine aufladbare Batterie oder dergleichen treten, die dann über die Kapazität geladen werden kann. Im Hinblick auf die vorliegende Erfindung ist jedoch auch jeder andere geeignete Verbraucher denkbar.

[0018] Vorzugsweise kann die Kapazität als UltraCap-Kondensator ausgebildet sein. Derartige Kondensatoren, die an sich aus dem Stand der Technik bekannt sind, verfügen neben einer hohen Kapazität auch über eine besonders hohe Leistungsdichte. Sie sind somit geeignet, innerhalb kurzer Zeiten große Energiemenge zu speichern oder abgeben zu können.

[0019] Vorteilhaft kann der Pulsgenerator zur Erzeugung von im wesentlichen rechteckigen Spannungspulsen ausgebildet sein. Derartige Spannungspulse, die vorzugsweise als positive Spannungspulse ausgebildet sind, ermöglichen auf Grund ihrer steilen Flanken ein besonders genaues Schalten innerhalb der Schaltungsanordnung.

[0020] Vorteilhaft können die Spannungspulse eine variable Pulsdauer und/oder einen variablen Pulsabstand aufweisen. Die Definition dieser Begriffe ergibt sich dabei aus der Fig. 1, die den zeitlichen Verlauf der Spannung schematisch wiedergibt. Darin ist die Pulsdauer des Spannungspulses mit D und der Pulsabstand als zeitlicher Zwischenraum zwischen zwei Pulsen mit A bezeichnet. Der Buchstabe F in Fig. 1 bezeichnet die Pulsfrequenz. Der zeitliche Abstand (Periode) zwischen dem Beginn eines Pulses und dem Beginn des unmittelbar darauf folgenden Pulses entspricht dabei dem Kehrwert der Pulsfrequenz F. Die Erfindung ist nicht auf bestimmte Pulsdauern, Pulsabstände oder Pulsfrequenzen beschränkt. Vorteilhafte Pulsdauern können sich beispielsweise im Bereich zwischen 10 msec und 2 sec, vorzugsweise in einem Bereich zwischen 100 und 500 msec bewegen. Beispiele für geeignete Pulsabstände liegen im Bereich zwischen 2 und 7 Sekunden, vorteilhaft zwischen 4 und 5 Sekunden.

[0021] Der Pulsgenerator kann vorteilhaft eine Schaltung zur Kalibrierung der Pulsdauer der Spannungspulse aufweisen. Bei Verwendung einer solchen Schaltung kann die Pulsfrequenz beispielsweise fest vorgegeben sein. Auch die Pulsdauer und der Pulsabstand sind im wesentlichen festgelegt. Über die Schaltung wird lediglich die Pulsdauer kalibriert, was bedeutet, dass eine Feineinstellung der Pulsdauer vorgenommen werden kann. Bei dieser Ausgestaltungsform handelt es sich um eine weitgehend "starre" Möglichkeit zur Erzeugung von Spannungspulsen.

[0022] In weiterer Ausgestaltung kann der Pulsgenerator eine Schaltung zum variablen Einstellen des Verhältnisses von Pulsdauer zu Pulsabstand der Spannungspulse aufwei-

sen. Durch eine solche Schaltung wird es möglich, dass innerhalb der Pulsfrequenz, die wiederum fest vorgegeben sein kann, das Verhältnis, das auch Duty Cycle genannt wird, zwischen Pulsdauer und Pulsabstand beliebig eingestellt werden kann.

[0023] Die im Hinblick auf die beiden genannten Schaltungen beschriebene Einstellung der Pulsdauer und/oder des Pulsabstands kann beispielsweise über ein oder mehrere Potentiometer erfolgen. Potentiometer sind an sich aus dem Stand der Technik bekannt. Hierbei handelt es sich um stetig regelbare elektrische Widerstände, die einen Schleifkontakt zum Abgreifen von Teilwiderständen aufweisen. Potentiometer können beispielsweise als Schiebe- oder Drehwiderstände ausgebildet sein.

[0024] In weiterer Ausgestaltung kann der Pulsgenerator einen Zählerbaustein aufweisen, der mit der Schaltung zur Kalibrierung der Pulsdauer verbunden ist. Mit Hilfe eines solchen Zählerbausteins und einer wie oben beschriebenen entsprechenden Schaltung können die benötigten Spannungspulse erzeugt werden. Der Zählerbaustein kann beispielsweise über einen sogenannten "Clock-Eingang" verfügen, über den die von der Schaltung abgehenden Signale in den Zählerbaustein eingespeist werden. Bei Zählerbausteinen, die an sich aus dem Stand der Technik bekannt sind, handelt es sich allgemein um sequentielle Schaltungen zum Zählen von Impulsen.

[0025] In einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Pulsgenerator jeweils eine oder beide der vorgenannten Schaltungen aufweisen. Im letzten genannten Fall wird es möglich, Spannungspulse mit jeder beliebigen Pulsdauer und jedem beliebigen Pulsabstand einzustellen zu können. Bei Verwendung beider Schaltungen kann der Pulsgenerator vorteilhaft ein Schalterelement zum wahlweisen Umstellen zwischen den beiden Schaltungen aufweisen. Dabei ist die Erfindung nicht auf bestimmte Schalterelementtypen beschränkt. Beispielsweise kann das Schalterelement als Transistororschaltung oder dergleichen ausgebildet sein.

[0026] In weiterer Ausgestaltung kann die Schalteranordnung für die Schaltung des Lade-/Entladekreises ein Treiberelement und einen oder mehrere Transistoren aufweisen. Bei Verwendung einer solchen Schalteranordnung können die in den beiden vorstehend beschriebenen Schaltungen erzeugten Impulse zunächst auf das Treiberelement geschaltet werden. Das Treiberelement sorgt für ein überlappungsfreies Hin- und Herschalten des/der Transistors/Transistoren zwischen Lade- und Entladekreiszyklus der Kapazität.

[0027] Der oder die Transistoren kann/können vorteilhaft als Feldeffekttransistoren, beispielsweise als MOSFET-Transistoren, ausgebildet sein.

[0028] Das in der Schalteranordnung für die Schaltung des Lade-/Entladekreises vorgesehene Treiberelement kann wie ein Wechselschalter fungieren, der einzelne Transistoren leitend und andere Transistoren sperrend schaltet. Dies soll an Hand eines konkreten Beispiels erläutert werden.

[0029] Beispielsweise kann die Schalteranordnung ein Treiberelement und zwei Transistoren aufweisen. Um Spannungspulse auf die Brennstoffzelle aufzuprägen zu können, kann einer der Transistoren über das Treiberelement leitend geschaltet werden, während der andere Transistor sperrend geschaltet wird. Dadurch wird der Lade-/Entladekreis in einen reinen Ladekreis umgewandelt, so dass die Kapazität, beispielsweise der UltraCap-Kondensator, geladen werden kann. Durch die Aufprägung der Spannungspulse beispielsweise auf die Anode der Brennstoffzelle, erhöht sich das

Anodenpotenzial, wobei gleichzeitig die Klemmenspannung verringert und Strom aus der Brennstoffzelle gezogen wird. Diese elektrischen Ladungen werden in der Kapazität gespeichert. Die Kapazität kann anschließend, wenn keine

Spannungspulse aufgeprägt werden, entladen werden. Dazu werden die Transistoren über das Treiberelement derart geschaltet, dass der zunächst leitende Transistor sperrt und dass der zuvor sperrende Transistor leitend geschaltet wird. Dadurch wird der Lade-/Entladekreis als reiner Entladekreis ausgebildet, so dass die Kapazität entladen und die in der Kapazität gespeicherte elektrische Energie für beliebige Verbraucher beziehungsweise einen Lastwiderstand genutzt werden kann.

[0030] Vorteilhaft kann im Entladekreis eine Anordnung zum zeitlichen Glätten des während der Entladung der Kapazität über die Last abgegebenen elektrischen Stroms vorgesehen sein. Eine solche Glättung des Stroms ist in der Regel dann erforderlich, wenn über die in der Kapazität gespeicherte elektrische Ladung nutzbare Verbraucher betrieben werden sollen. Üblicherweise erfolgt die Ladung beziehungsweise Entladung einer Kapazität entlang eines nicht linearen kurvenförmigen Verlaufs. Eine solche Entladungskurve ist jedoch für nachgeschaltete Verbraucher häufig wenig geeignet. Durch eine entsprechende Anordnung zum Glättendes von der Kapazität abgegebenen Stroms kann erreicht werden, dass die von der Kapazität abgegebene Energie entsprechend dem Bedarf des jeweils nachgeschalteten Verbrauchers in zeitlich "gestreckter" Form zur Verfügung gestellt wird.

[0031] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, mit einer oder mehreren Brennstoffzellen und einer wie vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Erzeugen von Spannungspulsen und zum zumindest zeitweiligen Aufprägen der Spannungspulse auf die Brennstoffzelle(n).

[0032] Bei einem solchen erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem kann zunächst auf einfache Weise erreicht werden, dass durch das Aufprägen von Spannungspulsen eine Vergiftung der Brennstoffzelle(n) durch darin befindliches Kohlenmonoxid oder dergleichen verhindert bzw. rückgängig gemacht wird. Weiterhin können die während des Aufprägens der Spannungspulse aus der oder den Brennstoffzelle(n) freigesetzten elektrischen Ladungen zwischengespeichert und anschließend beliebigen Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden. Schließlich ist es möglich, der oder den Brennstoffzelle(n) Spannungspulse aufzuprägen zu können, die an eine jeweils vorherrschende Betriebssituation angepasst sind. Zu den Vorteilen, Wirkungen, Effekten und der Funktionsweise des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems wird ebenfalls auf die vorstehenden Ausführungen zur erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung vollinhaltlich Bezug genommen und hiermit verwiesen.

[0033] Vorteilhafte Ausgestaltungsformen des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0034] Vorteilhaft kann der Pulsgenerator zum Bezug der zur Erzeugung der Spannungspulse benötigten elektrischen Energie mit einer oder mehreren Brennstoffzellen verbunden sein. Auf diese Weise kann auf eine separate Leistungsquelle in Form einer Batterie, wie dies beispielsweise in Bezug auf die DE 197 10 819 beschrieben war, verzichtet werden. Bei einer derartigen Ausgestaltung des Brennstoffzellensystems kann nämlich die zur Erzeugung der Spannungspulse erforderlich Energie vom Brennstoffzellensystem selbst bereitgestellt werden.

[0035] Es ist jedoch auch möglich, dass der Pulsgenerator zum Bezug der zur Erzeugung der Spannungspulse benötigten elektrischen Energie mit einer Batterie verbunden ist. Eine solche Ausgestaltungsform des Brennstoffzellensystems ist beispielsweise während des Startvorgangs, das heißt während des Hochfahrens des Brennstoffzellensy-

stems, von Vorteil. Während des Startvorgangs produziert die Brennstoffzelle noch nicht in ausreichendem Maße elektrische Energie. Allerdings kann gerade in dieser Phase die Situation auftreten, dass die Brennstoffzelle mit einem erhöhten Kohlenmonoxidegehalt oder anderen Schadstoffen belastet wird. In diesem Fall können über die zusätzliche Batterie auch während des Startvorgangs des Brennstoffzellensystems Spannungspulse auf die Brennstoffzelle(n) aufgeprägt werden, so dass eine Entgiftung der Brennstoffzelle(n) über die Oxidation der schädlichen Stoffe auf Grund des sich ändernden Potenzials, insbesondere des Anodenpotenzials, innerhalb der Brennstoffzelle zu jeder Zeit möglich ist.

[0036] Vorteilhaft kann das Brennstoffzellensystem ein oder mehrere Brennstoffzellenmodule mit jeweils einer oder mehreren Brennstoffzellen aufweisen. Üblicherweise bestehen Brennstoffzellensysteme nicht nur aus einer einzigen Brennstoffzelle sondern aus einer Vielzahl von Brennstoffzellen. Dabei werden mehrere Brennstoffzellen zu sogenannten Brennstoffzellen-Stacks zusammengefügt. Das Brennstoffzellensystem kann über ein oder mehrere solcher Brennstoffzellen-Stacks verfügen, die dann als einzelne Brennstoffzellenmodule zu einem Gesamtsystem zusammengefügt werden.

[0037] Vorteilhaft ist es, wenn die von der Schaltungsanordnung erzeugten Spannungspulse lediglich auf einen Teil der Brennstoffzellenmodule beziehungsweise Brennstoffzellen unabhängig von anderen Brennstoffzellenmodulen beziehungsweise Brennstoffzellen des Brennstoffzellensystems aufgeprägt werden. Eine solche Ausgestaltung des Brennstoffzellensystems führt zu einer ganzen Reihe von Vorteilen. Wenn die Spannungspulse auf die Brennstoffzelle(n) aufgeprägt werden, führt dies zwar zu einer Erhöhung des Potenzials, beispielsweise des Anodenpotenzials, innerhalb der Brennstoffzelle, jedoch auch zu einer Reduzierung der Brennstoffzellen-Klemmspannung. Wenn nun alle Brennstoffzellen des Brennstoffzellensystems gleichzeitig mit den Spannungspulsen beaufschlagt würden, könnte dies zu jeweils kurzzeitigen Totalausfällen des Brennstoffzellensystems führen. Wenn Brennstoffzellen zum Antrieb elektrischer Verbraucher, beispielsweise zum Antrieb von Elektromotoren in einem Automobil, verwendet werden, wäre ein solcher, wenn auch nur kurzzeitiger Totalausfall des Brennstoffzellensystems oder aber auch nur eine kurzzeitige erhebliche Leistungseinbuße des Brennstoffzellensystems von erheblichem Nachteil.

[0038] Wenn nun lediglich einzelne Brennstoffzellenmodule unabhängig voneinander mit Spannungspulsen beaufschlagt werden, führt dies dazu, dass solche kurzzeitigen Totalausfälle immer nur in einem kleinen Teilbereich des Brennstoffzellensystems auftreten, so dass die Leistungseinbußen des gesamten Systems minimal gehalten werden können.

[0039] Weiterhin können in einem derart ausgebildeten Brennstoffzellensystem immer solche Brennstoffzellenmodule, die gerade nicht mit Spannungspulsen beaufschlagt werden, dazu verwendet werden, um elektrische Energie zur Erzeugung von Spannungspulsen für solche Brennstoffzellenmodule bereitzustellen, denen entsprechende Spannungspulse zur Entgiftung aufgeprägt werden sollen.

[0040] Vorteilhaft kann eine wie vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Aufprägen von Spannungspulsen auf eine oder mehrere Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellensystem, insbesondere einem wie vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem, verwendet werden.

[0041] Vorteilhaft kann ein solches Brennstoffzellensystem in einem oder für ein Fahrzeug verwendet werden.

[0042] Auf Grund der rasanten Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie im Fahrzeugsektor bietet eine solche Verwendung zur Zeit besonders gute Einsatzmöglichkeiten. Dennoch sind auch andere Einsatzmöglichkeiten denkbar. Zu nennen sind hier beispielsweise Brennstoffzellen für mobile Geräte wie Computer oder dergleichen bis hin zu stationären Einrichtungen wie Kraftwerksanlagen. Hier eignet sich die Brennstoffzellentechnik besonders für die dezentrale Energieversorgung von Häusern, Industrieanlagen oder dergleichen.

[0043] In bevorzugter Weise wird die vorliegende Erfindung in Verbindung mit Brennstoffzellen mit Polymermembranen (PEM) verwendet. Diese Brennstoffzellen haben einen hohen elektrischen Wirkungsgrad, verursachen nur minimale Emissionen, weisen ein optimales Teillastverhalten auf und sind im wesentlichen frei von mechanischem Verschleiß. Außerdem arbeiten sie auf einem für den mobilen Einsatz vorteilhaften Temperaturniveau.

[0044] Die Erfindung wird nun auf exemplarische Weise an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

[0045] Fig. 1 den schematischen zeitlichen Verlauf von Spannungspulsen, die auf eine Brennstoffzelle aufgeprägt werden können,

[0046] Fig. 2 in schematischer Form eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung,

[0047] Fig. 3 in schematischer Ansicht den Aufbau eines in der Schaltungsanordnung vorgesehenen Pulsgenerators und

[0048] Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem.

[0049] In Fig. 2 ist eine Schaltungsanordnung 10 zum Erzeugen von Spannungspulsen 40 und zum Aufprägen der Spannungspulse 40 auf eine oder mehrere Brennstoffzellen 51 eines Brennstoffzellensystems 50 (siehe Fig. 4) dargestellt. Der besseren Übersicht halber ist in Fig. 2 nur eine einzige Brennstoffzelle 51 gezeigt.

[0050] Die Schaltungsanordnung 10 weist einen Pulsgenerator 30 auf, der in Verbindung mit Fig. 3 detaillierter beschrieben wird und der im wesentlichen rechteckförmige Spannungspulse 40 erzeugt. Die Spannungspulse 40 weisen, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist, eine definierte Pulsfrequenz F, eine Pulsdauer D sowie einen Pulsabstand A auf.

[0051] Gemäß Fig. 3 kann die Erzeugung der Rechteck-Spannungspulse 40 auf verschiedene Weise erfolgen. Zunächst wird der Pulsgenerator 30 über eine elektrische Leitung 31 mit elektrischer Energie versorgt, die in rechteckförmige Spannungspulse 40 umgewandelt werden soll. Dazu sind in dem Pulsgenerator 30 jeweils eine Schaltung 33 und eine Schaltung 34 vorgesehen, die über ein Schaltelement 35 wahlweise angesteuert werden können.

[0052] Beider Schaltung 33 handelt es sich um eine solche Schaltung, bei der bei fest vorgegebener Pulsfrequenz F und im wesentlichen vorgegebener Pulsdauer D sowie Pulsabstand A die Pulsdauer D kalibriert, das heißt fein eingestellt werden kann. Die Kalibrierung beziehungsweise Feineinstellung kann beispielsweise mit Hilfe eines oder mehrerer nicht dargestellter Potentiometer erfolgen. Die so eingestellten Signale werden über einen Clock-Eingang 37 einem Zählerbaustein 36 zur Verfügung gestellt. Auf diese Weise werden die Spannungspulse in rechteckförmige Spannungspulse 40 mit der gewünschten Pulsdauer D und dem gewünschten Pulsabstand A umgewandelt werden. Bei entsprechender Stellung eines zweiten Schaltelementes 38 können die so erzeugten Spannungspulse 40 über eine elektrische Leitung 32 aus dem Pulsgenerator 30 abgeführt und anderen Bauelementen der Schaltungsanordnung 10 zugeführt werden.

[0053] Bei umgekehrter Stellung der Schaltelemente 35 und 38 ist es jedoch auch möglich, die rechteckförmigen Spannungspulse 40 über die Schaltung 34 zu erzeugen. Die Schaltung 34 kann unter Verwendung eines oder mehrerer nicht dargestellter Potentiometer derart ausgestaltet sein, dass über sie innerhalb einer vorgegebenen Pulsfrequenz F das Verhältnis (Duty Cycle) der Pulsdauer D zum Pulsabstand A beliebig variiert und eingestellt werden kann. Über die Schaltung 34 wird es somit möglich, Spannungspulse mit beliebiger Pulsdauer und beliebigem Pulsabstand zu erzeugen.

[0054] Zurückkommend auf Fig. 2 werden die so erzeugten Spannungspulse 40 vom Pulsgenerator 30 an einen Lade-/Entladekreis 11, 12 der Schaltungsanordnung 10 gegeben. Dies erfolgt über eine Schalteranordnung 20. In dem Lade-/Entladekreis 11, 12 sind eine oder mehrere Brennstoffzellen 51 angeordnet. Weiterhin ist in dem Lade-/Entladekreis 11, 12 eine als UltraCap-Kondensator ausgebildete Kapazität 13 vorgesehen.

[0055] Die Schalteranordnung 20 verfügt über ein Treiberelement 21 sowie zwei Transistoren 22, 23, die vorzugsweise als Feldeffekttransistoren ausgebildet sind. Über das Treiberelement 21 können die Transistoren 22, 23 entweder leitend oder sperrend geschaltet werden.

[0056] Nachfolgend wird nun die Funktionsweise der Schaltungsanordnung 10 beschrieben. Wenn die Brennstoffzelle 51 mit Spannungspulsen 40 beaufschlagt werden soll, wird das Treiberelement 21 derart angesteuert, dass der Transistor 22 leitend und der Transistor 23 sperrend geschaltet wird. Dadurch wird der Lade-/Entladekreis 11, 12 in Bezug auf die Kapazität 13 als reiner Ladekreis 11 geschaltet. Die Brennstoffzelle 51 wird also gleichsam über die Kapazität 13 kurzzeitig kurzgeschlossen. Die Spannungspulse 40 werden somit über die vom Treiberelement 21 an den Transistor 22 gegebenen Steuersignale mittelbar auf die Brennstoffzelle 51 aufgeprägt. Dadurch wird das Brennstoffzellenpotenzial, beispielsweise das Anodenpotenzial, erhöht, was gleichzeitig zu einer Reduzierung der Klemmenspannung der Brennstoffzelle 51 führt, da Strom aus der Brennstoffzelle 51 gezogen wird. Durch das sich ändernde Potenzial kann in der Brennstoffzelle 51 vorhandenes Kohlenmonoxid oxidiert werden, so dass die Brennstoffzelle 51 entgiftet wird.

[0057] Da der Transistor 23 sperrend geschaltet ist, wird durch die in der Brennstoffzelle 51 ablaufenden Vorgänge der Kondensator 13 geladen. Die beim Aufprägen der Spannungspulse 40 auf die Brennstoffzelle 51 frei werdenden elektrischen Ladungen gehen somit nicht verloren, sondern können in dem Kondensator 13 zwischengespeichert werden.

[0058] Um den Kondensator 13 später entladen zu können, wird erneut die Schalteranordnung 20 betätigt. Dazu wird das Treiberelement 21 derart geschaltet, dass der Transistor 22 sperrend und der Transistor 23 leitend geschaltet wird. Dadurch wird der Lade-/Entladekreis 11, 12 als reiner Entladekreis 12 geschaltet, so dass der Kondensator 13 entladen und die darin gespeicherte elektrische Ladung einer Last 14 zur Verfügung gestellt werden kann. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist die Last 14 als Lastwiderstand dargestellt. Die elektrische Ladung aus dem Kondensator 13 wird in diesem Lastwiderstand 14 in Wärme umgewandelt. Es ist jedoch auch denkbar, die Last 14 in Form eines sinnvollen Verbrauchers wie beispielsweise einer aufladbaren Batterie oder dergleichen auszustalten, so dass die im Kondensator 13 gespeicherte Energie bei dessen Entladung sinnvoll genutzt werden kann.

[0059] In Fig. 4 ist schließlich ein Brennstoffzellensystem 50 dargestellt, in dem eine wie vorstehend beschriebene er-

findungsgemäße Schaltungsanordnung 10 vorgesehen ist. Das Brennstoffzellensystem 50 weist eine Anzahl von Brennstoffzellen 51 auf. Im vorliegenden Beispiel sind der Einfachheit halber nur drei Brennstoffzellen 51 dargestellt. In der Praxis weisen derartige Brennstoffzellensysteme 50 in der Regel eine Anzahl von Brennstoffzellenmodulen auf, wobei jedes Brennstoffzellenmodul üblicherweise aus einer Anzahl von Brennstoffzellen besteht, die zu sogenannten Brennstoffzellen-Stacks zusammengefasst sind. Solche Brennstoffzellensysteme 50 können beispielsweise verwendet werden, um elektrische Energie zum Betrieb eines elektrischen Antriebs in einem Kraftfahrzeug oder dergleichen bereitzustellen. Die einzelnen Brennstoffzellen 51 sind mit Zuleitungen 52 und Ableitungen 53 verbunden, über die ein geeigneter Brennstoff und ein geeignetes Oxidationsmittel zugeführt beziehungsweise abgeführt wird. Der Einfachheit halber sind die Leitungen für den Brennstoff und die Leitungen für das Oxidationsmittel nicht separat voneinander dargestellt worden. Die einzelnen Brennstoffzellen 51 können als sogenannte PEM-Brennstoffzellen ausgebildet sein und verfügen über eine Kathode, eine Anode sowie eine dazwischen liegende Membran. Um bei Vorhandensein von schädlichen Kohlenmonoxid-Konzentrationen oder anderen Stoffen in den Brennstoffzellen 51 eine Entgiftung herbeiführen zu können, sind die einzelnen Brennstoffzellen 51 mit einer wie vorstehen beschriebenen Schaltungsanordnung 10 verbunden, über die im wesentlichen rechteckförmige Spannungspulse 40 auf die Anoden der Brennstoffzellen 51 aufgeprägt werden können. Die zur Erzeugung der Spannungspulse 40 erforderliche elektrische Energie für den Pulsgenerator 30 in der Schaltungsanordnung 10 wird über die Brennstoffzellen 51 selbst zur Verfügung gestellt. Dazu sind die einzelnen Brennstoffzellen 51 über entsprechende elektrische Verbindungsleitungen 55 mit der zuführenden elektrischen Verbindungsleitung 31 des Pulsgenerators 30 verbunden. Die einzelnen von den Brennstoffzellen 51 abführenden elektrischen Verbindungsleitungen 55 sind über ein geeignetes Schalterelement 56 mit der elektrischen Leitung 31 verbunden. Auf diese Weise kann ausgewählt werden, welche der Brennstoffzellen 51 jeweils zur Bereitstellung der elektrischen Energie für den Pulsgenerator 30 verwendet wird. Auf ähnliche Weise können die von der Schaltungsanordnung 10 erzeugten Spannungspulse 40 auf die Brennstoffzellen 51 aufgeprägt werden. Dazu werden die Spannungspulse 40 über die von der Schaltungsanordnung 10 abführende elektrische Leitung 32 einem Schalterelement 59 und über entsprechende elektrische Verbindungsleitungen 60, die mit dem Schalterelement 59 verbunden sind, den jeweiligen Brennstoffzellen 51 aufgeprägt. Durch die Verwendung eines solchen Schalterelements 59 wird es möglich, dass einzelne Brennstoffzellen 51 gezielt mit den Spannungspulsen 40 beaufschlagt werden können.

[0060] In Fig. 4 ist weiterhin eine Batterie 54 dargestellt. Die Batterie 54 ist über eine elektrische Verbindungsleitung 57 und ein Schalterelement 58 mit der Schaltungsanordnung 10 verbunden.

[0061] Nachfolgend wird nun die Funktionsweise der vorstehend beschriebenen Anordnung erläutert. Insbesondere während der Startphase des Brennstoffzellensystems 50 kann die Situation auftreten, dass die einzelnen Brennstoffzellen 51 noch nicht in ausreichender Menge elektrische Energie erzeugen, dennoch aber die einzelnen Brennstoffzellen 51 mit zu hohen Kohlenmonoxid-Konzentrationen vergiftet werden. Um auch in diesem Zustand eine Entgiftung der Brennstoffzellen 51 erreichen zu können, ist die Batterie 54 vorgesehen. Diese Batterie 54 stellt dann insgesamt die elektrische Energie zur Verfügung, die zur Erzeugung der Spannungspulse erforderlich ist, die auf die einzel-

nen Brennstoffzellen 51 aufgeprägt werden sollen. Durch eine entsprechende Schaltung des Schalterelements 58 wird die von der Batterie 54 erzeugte Spannung auf die Schaltungsanordnung 10 geschaltet. Die Schaltungsanordnung 10 kann dann unmittelbar die Spannungspulse erzeugen, die den einzelnen Brennstoffzellen 51 aufgeprägt werden, so dass diese auf Grund einer Änderung des Brennstoffzellenniveaus, das zu einer Oxidation des Kohlenmonoxids führt, entgiftet werden. Wenn die Brennstoffzellen 51 genügend elektrische Energie erzeugen, so dass die Erzeugung der Spannungspulse 40 über die von den Brennstoffzellen 51 erzeugte elektrische Energie erfolgen kann, kann das Schalterelement 58 so geschaltet werden (wie in Fig. 4 gezeigt), dass die Erzeugung der Spannungspulse 40 über die Schaltungsanordnung 10 erfolgt.

[0062] Durch die Verwendung der Schalterelemente 56 und 59 wird es möglich, dass die einzelnen Brennstoffzellen 51, beziehungsweise die einzelnen Brennstoffzellenmodule, unabhängig voneinander mit Spannungspulsen 40 beaufschlagt werden können. Würden alle Brennstoffzellen 51 gleichzeitig mit den Spannungspulsen 40 beaufschlagt, würde dies zu einem kurzzeitigen Totalausfall des Brennstoffzellensystems 50 führen, was von erheblichem Nachteil ist. Durch die Tatsache, dass nur einzelne Brennstoffzellen 51 beziehungsweise Brennstoffzellenmodule mit Spannungspulsen 40 beaufschlagt werden, während die restlichen Brennstoffzellen 51 beziehungsweise Brennstoffzellenmodule im Normalbetrieb weiterlaufen, wird erreicht, dass das gesamte Brennstoffzellensystem 50 nur einen minimalen, nicht spürbaren Leistungsabfall aufweist, wenn nur jeweils einzelne Brennstoffzellen 51 oder Brennstoffzellenmodule entgiftet werden.

[0063] Durch die Verwendung eines Schalterelements 56 wird auf der anderen Seite sichergestellt, dass die Schaltungsanordnung 10 über die Brennstoffzellen 51 immer mit ausreichender elektrischer Energie versorgt wird. Wenn die für die Schaltungsanordnung 10 erforderliche elektrische Energie über die Brennstoffzellen 51 selbst zur Verfügung gestellt wird, würde bei gleichzeitiger Aufprägung von Spannungspulsen 40 auf alle Brennstoffzellen 51 die Situation auftreten, dass in diesen während der Beaufschlagung mit den Spannungspulsen 40 ein Totalausfall auftrate beziehungsweise die Leistung der Brennstoffzellen 51 in erheblichem Maße reduziert würde. Dies hätte zur Folge, dass in diesen Zeiträumen keine beziehungsweise nur eine geringe elektrische Leistung von den Brennstoffzellen 51 zur Verfügung gestellt werden könnte. Damit wäre jedoch die Schaltungsanordnung 10 nicht in der Lage, die für die Entgiftung erforderlichen Spannungspulse 40 zu erzeugen. Durch eine entsprechende Auswahl beziehungsweise Stellung des Schalterelements 56 kann erreicht werden, dass die Schaltungsanordnung 10 immer von einer Brennstoffzelle 51 beziehungsweise einem Brennstoffzellenmodul mit elektrischer Energie versorgt wird, die beziehungsweise das gerade nicht mit Spannungspulsen beaufschlagt wird, also im Normalbetrieb arbeitet.

[0064] Die Stellung des Schalterelements 56 erfolgt vorzugsweise koordiniert mit der Stellung des Schalterelements 59, so dass immer solche Brennstoffzellen 51 beziehungsweise Brennstoffzellenmodule über das Schalterelement 56 mit der zur Schaltungsanordnung 10 hinführenden Leitung 31 verbunden sind, die gerade nicht über das Schalterelement 59 mit der von der Schaltungsanordnung 10 abführenden Leitung 32 verbunden sind.

#### Bezugszeichenliste

#### 10 Schaltungsanordnung

11 Ladekreis		12
12 Entladekreis		
13 Kapazität		
14 Last		
20 Schalteranordnung	5	
21 Treiberelement		
22 Transistor		
23 Transistor		
30 Pulsgenerator		
31 elektrische Leitung (Zuleitung elektrischer Energie)	10	
32 elektrische Leitung (Ableitung der Spannungspulse)		
33 Schaltung		
34 Schaltung		
35 Schalterelement	15	
36 Zählerbaustein		
37 Clock-Eingang		
38 Schalterelement		
40 Spannungspuls (rechteckig)		
50 Brennstoffzellensystem	20	
51 Brennstoffzelle		
52 Brennstoff-/Oxidationsmittelzuleitung		
53 Brennstoff-/Oxidationsmittelableitung		
54 Batterie		
55 elektrische Verbindungsleitung	25	
56 Schalterelement		
57 elektrische Verbindungsleitung		
58 Schalterelement		
59 Schalterelement		
60 elektrische Verbindungsleitung	30	
D Pulsdauer		
A Pulsabstand		
F Pulsfrequenz		
Patentansprüche	35	

1. Schaltungsanordnung zum Erzeugen von Spannungspulsen und zum Aufprägen der Spannungspulse auf eine Brennstoffzelle, mit einem Pulsgenerator (30) zum Erzeugen der Spannungspulse (40), einem mit dem Pulsgenerator (30) verbundenen Lade-/Entladekreis (11, 12), in dem wenigstens eine Brennstoffzelle (51) und wenigstens eine Kapazität (13) vorgesehen ist, und mit einer Schalteranordnung (20) zum Schalten des Lade-/Entladekreises (11, 12) in Bezug auf die Kapazität (13) während der Spannungspulsaufprägung in 40 einen Ladekreis (11) und nach der Spannungspulsaufprägung in einen Entladekreis (12).

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Entladekreis (12) eine Last (14) vorgesehen ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Last (14) als Lastwiderstand und/oder nutzbare elektrische Verbraucher ausgebildet ist.

4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapazität (13) als UltraCap-Kondensator ausgebildet ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Pulsgenerator (30) zur Erzeugung von im wesentlichen rechteckigen Spannungspulsen (40) ausgebildet ist.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannungspulse (40) eine variable Pulsdauer (D) und/oder einen variablen Pulsabstand (A) aufweisen.

7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Pulsgenerator (30) eine Schaltung (33) zur Kalibrierung der Puls-

45

50

55

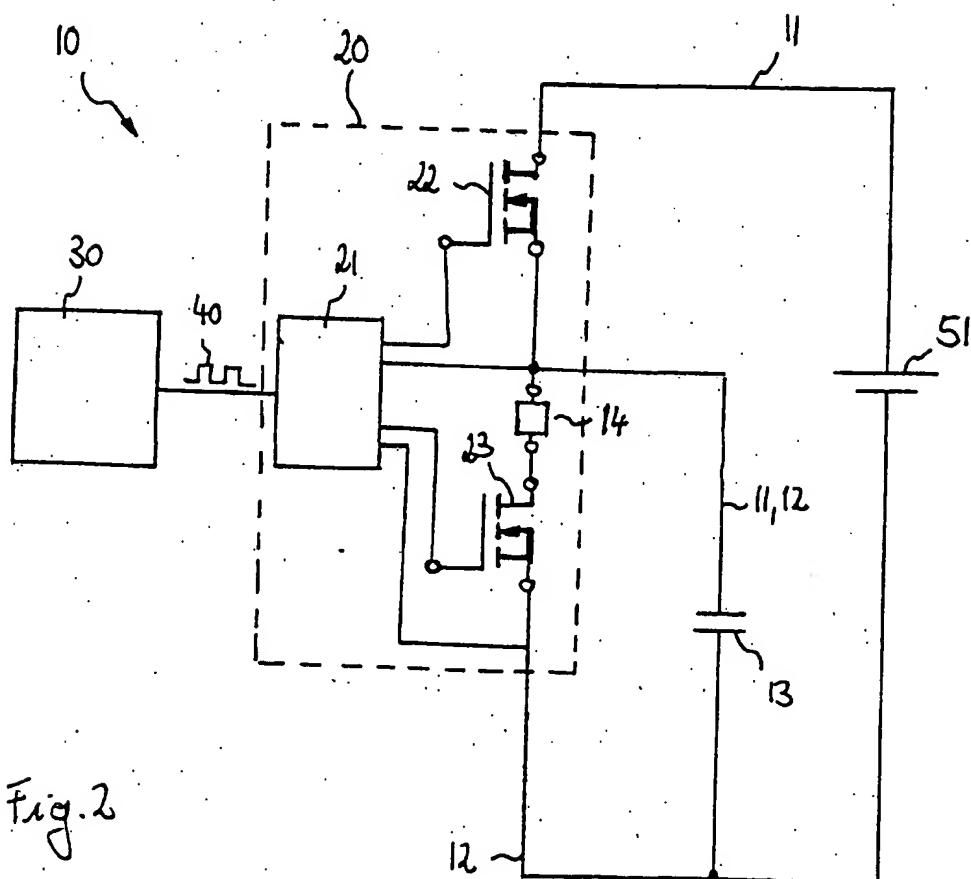
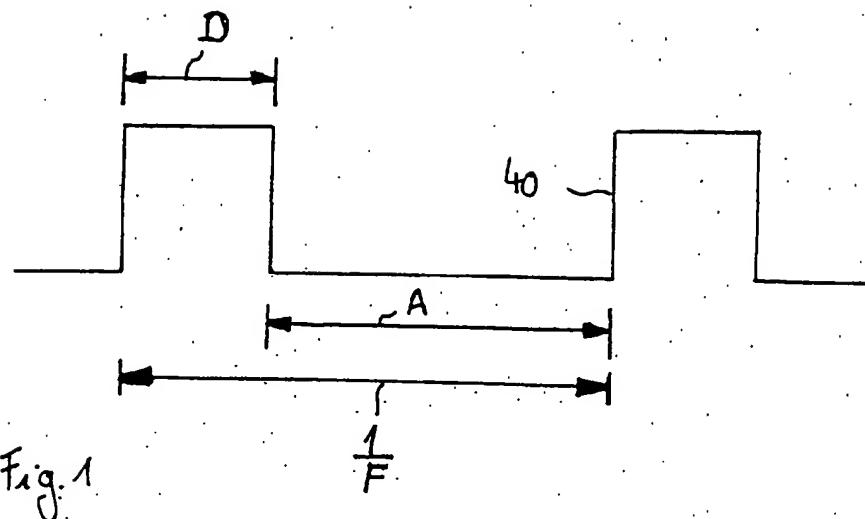
60

65

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---



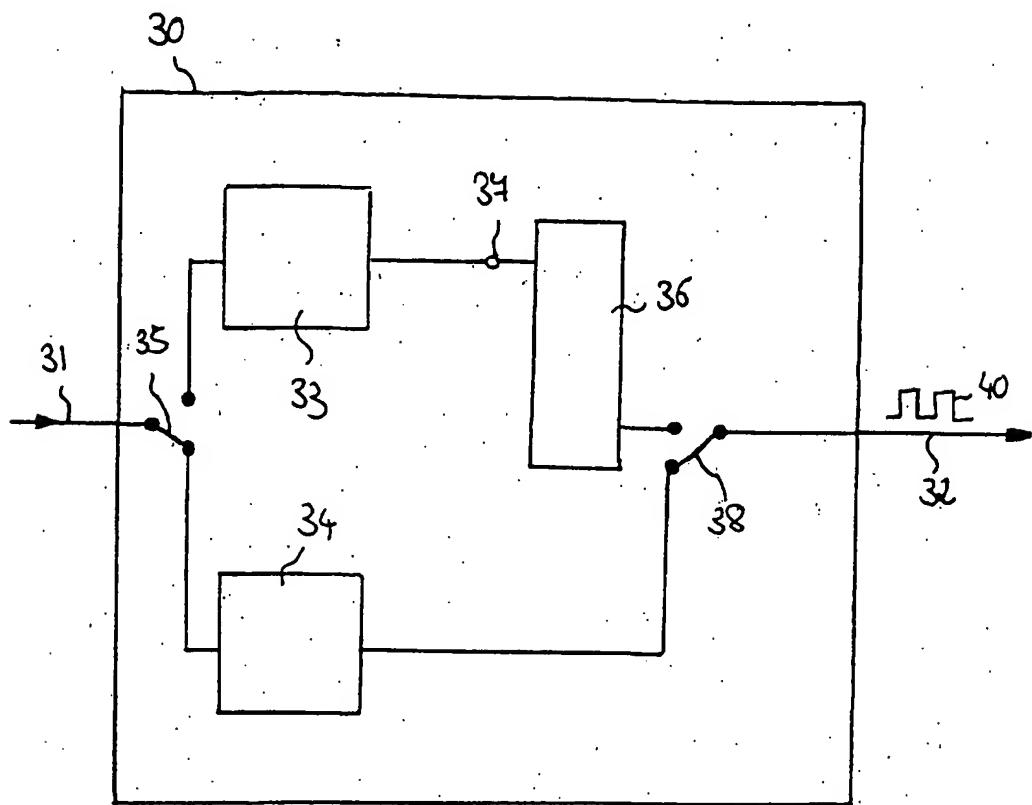
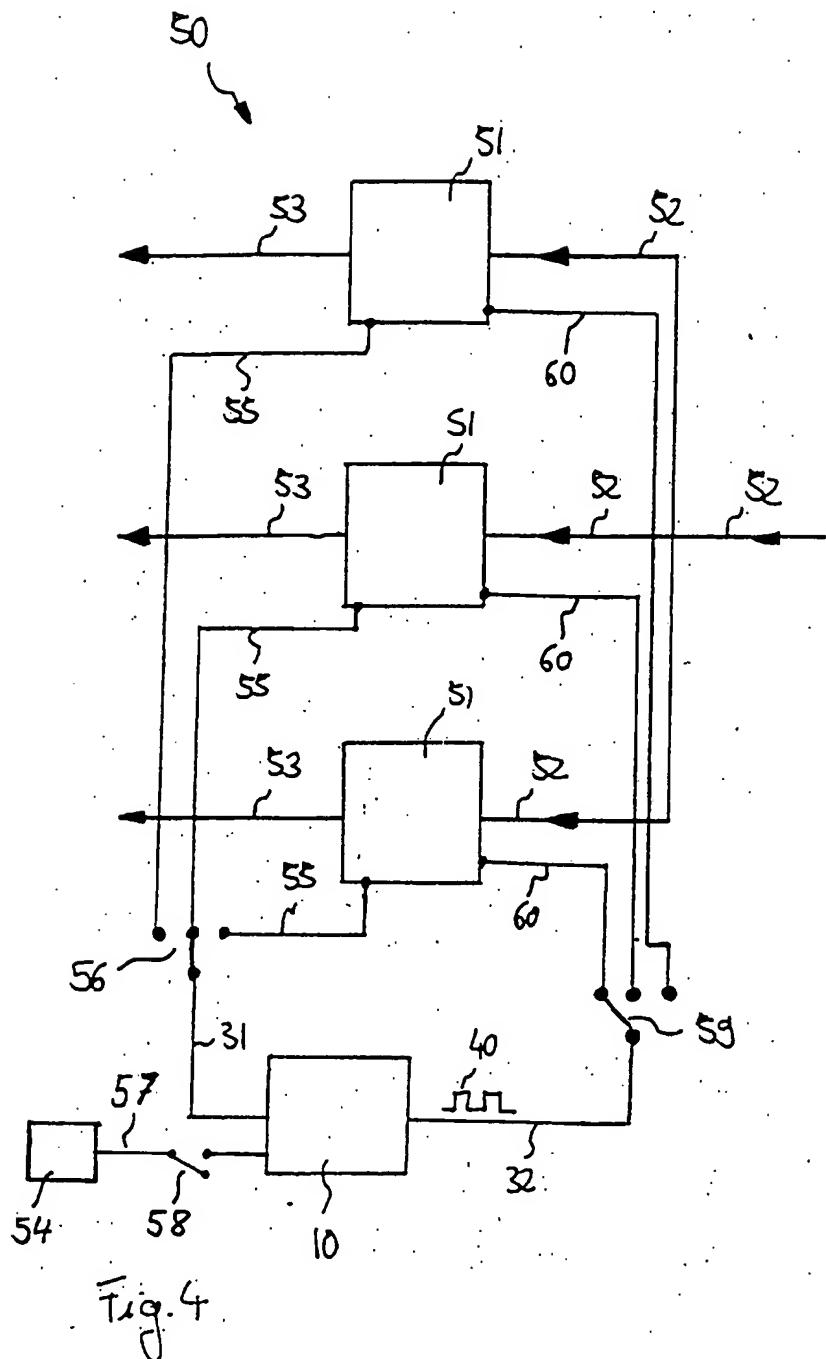


Fig. 3



**Circuit for generating voltage pulses, applying to fuel cell has arrangement for switching capacitance in charging/discharge circuit while/after voltage being applied**

**Patent number:** DE10020126

**Publication date:** 2001-10-25

**Inventor:** KLOS HOLGER (DE); KAH MICHAEL (DE); GOLDNER ROBERT (DE); GOESCHL THOMAS (DE)

**Applicant:** MANNESMANN AG (DE)

**Classification:**

- International: H01M8/02

- european: H01M8/04C2F; H01M8/04H

Application number: DE20001020126 20000414

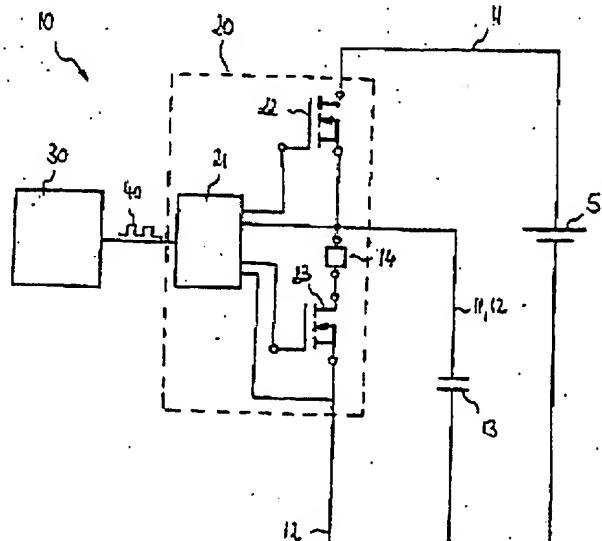
Priority number(s): DE20001020126 20000414

## Report a data error here

## Abstract of DE10020126

The circuit has a pulse generator (30) for generating voltage pulses, a charge/discharge circuit (11/12) connected to the pulse generator containing at least one fuel cell (51) and capacitance (13) and a switch arrangement (20) for switching the charge/discharge circuit in relation to the capacitance in a charging circuit (11) while the voltage is being applied and in a discharge circuit (12) after applying the voltage.

Independent claims are also included for the following: fuel cell system and the use of a fuel cell system, especially in a motor vehicle.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**